

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5377957号
(P5377957)

(45) 発行日 平成25年12月25日(2013.12.25)

(24) 登録日 平成25年10月4日(2013.10.4)

(51) Int.Cl.	F 1
A 6 1 B 8/00 (2006.01)	A 6 1 B 8/00
H 0 4 R 17/00 (2006.01)	H 0 4 R 17/00 3 3 0 H
G 0 1 N 29/24 (2006.01)	G 0 1 N 29/24 5 0 2
H 0 4 R 31/00 (2006.01)	H 0 4 R 31/00 3 3 0
	H 0 4 R 17/00 3 3 2 A

請求項の数 13 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2008-331887 (P2008-331887)
 (22) 出願日 平成20年12月26日(2008.12.26)
 (65) 公開番号 特開2010-148768 (P2010-148768A)
 (43) 公開日 平成22年7月8日(2010.7.8)
 審査請求日 平成23年6月27日(2011.6.27)

(73) 特許権者 300019238
 ジーイー・メディカル・システムズ・グローバル・テクノロジー・カンパニー・エルエルシー
 アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・53188・ワウケシャ・ノース・グランドビュー・ブルバード・ダブリュー・710・3000
 (74) 代理人 100106541
 弁理士 伊藤 信和
 (72) 発明者 磯野 洋
 東京都日野市旭が丘四丁目7番地の127
 ジーイー横河メディカルシステム株式会社
 社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波プローブの圧電振動子、超音波プローブ、超音波診断装置及び超音波プローブにおける圧電振動子の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧電体における同一の面に形成された信号電極と接地電極とを備え、前記接地電極は、接着層が形成される表面に突起部を有し、前記信号電極及び前記接地電極には、前記圧電振動子に電圧を印加するための導体が面圧着されることを特徴とする超音波プローブの圧電振動子。

【請求項 2】

前記信号電極と前記接地電極は、前記圧電体の表面に設けられた導電層により構成され、

前記圧電体は、該圧電体に形成された間隙に充填材が充填されて形成された充填部と、
 圧電材からなる圧電材部とで構成され、前記充填部は、前記圧電体の表面を研削した時に、
 前記圧電材部よりも研削されずに前記圧電体の表面において突出することになる材質の
 充填材によって形成されていて、前記圧電体の表面から突出する突部を有しており、

前記接地電極の部分の導電層が、前記突部の上において突出して前記突起部を形成して
 いる

ことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波プローブの圧電振動子。

【請求項 3】

前記充填部の充填材として、樹脂が用いられていることを特徴とする請求項 2 に記載の
 超音波プローブの圧電振動子。

【請求項 4】

前記接地電極は、前記圧電体の両端部において前記信号電極と同一面に形成されて前記突起部を有する第一の部分と、前記圧電体において前記第一の部分が形成された面と反対側の面に形成された第二の部分と、前記圧電体において前記第一の部分と前記第二の部分の間の側面に形成された第三の部分とからなり、

また、前記信号電極は、前記圧電体における両端部の間の中間部の表面に、前記接地電極の第一の部分に挟まれるように形成されている

ことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の超音波プローブの圧電振動子。

【請求項 5】

前記圧電体は、前記中間部に間隙が形成されて該間隙に樹脂が充填されてなる複合圧電体であることを特徴とする請求項 4 に記載の超音波プローブの圧電振動子。

10

【請求項 6】

前記圧電体の両端部には、前記突起部を有する充填部が形成され、該充填部は前記充填材として樹脂が用いられて第一充填部を構成し、

前記圧電体の中間部に形成された間隙に樹脂が充填されて形成された充填部は、第二充填部を構成する

ことを特徴とする請求項 5 に記載の超音波プローブの圧電振動子。

【請求項 7】

前記第一充填部と前記第二充填部をそれぞれ複数有し、隣り合う前記第一充填部同士の間隔が、隣り合う前記第二充填部同士の間隔よりも狭いことを特徴とする請求項 6 に記載の超音波プローブの圧電振動子。

20

【請求項 8】

前記圧電振動子には、該圧電振動子で発生する超音波を反射する反射層が接着され、

前記圧電振動子における前記反射層との接着面側の前記圧電体表面に、前記第二充填部が突出しないように形成されていることを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の超音波プローブの圧電振動子。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の圧電振動子を備えることを特徴とする超音波プローブ。

【請求項 10】

前記圧電振動子に対し、該圧電振動子における前記信号電極と前記接地電極とが形成された面とは反対側である超音波照射側に配置される音響整合層と、

30

前記圧電振動子に対し、前記信号電極と前記接地電極とが形成された面側に配置されるバッキング材層と、

該バッキング材層と前記圧電振動子との間に配置されて、前記信号電極及び前記接地電極と接続されるフレキシブル基板と、

を備えることを特徴とする請求項 9 に記載の超音波プローブ。

【請求項 11】

前記圧電振動子における前記信号電極と前記接地電極とが形成された面と圧着されて、該圧電振動子の弾性振動によって発生する超音波を反射する導電性の反射層を備え、該反射層を介して、前記フレキシブル基板が前記信号電極及び前記接地電極と接続されることを特徴とする請求項 10 に記載の超音波プローブ。

40

【請求項 12】

請求項 9 ~ 11 のいずれか一項に記載の超音波プローブを備えることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 13】

圧電体に所定深さの溝を形成する溝形成工程と、

該溝に充填材を充填して充填部を形成する充填部形成工程と、

前記圧電体の表面を研削して、前記充填部の一部を前記圧電体の表面から突出させて突起部を形成する突起部形成工程と、

該突起部が形成された前記圧電体の表面に、信号電極及び接地電極となる導電層を形成す

50

る導電層形成工程と、を有し、

該導電層形成工程においては、前記導電層を、前記突部の上において突出して突起部が形成されるようにして前記圧電体の表面に形成し、前記導電層において前記突起部が形成された部分が接地電極である

ことを特徴とする超音波プローブにおける圧電振動子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被検体に超音波を送受信する超音波プローブの圧電振動子、超音波プローブ、超音波診断装置及び超音波プローブにおける圧電振動子の製造方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

被検体に超音波を照射し、その反射エコー（echo）を画像化する超音波診断装置においては、超音波の送受信を行なう超音波プローブが超音波診断装置本体と接続されている。前記超音波プローブは、PZT（チタン酸ジルコン酸鉛）などの圧電材からなる圧電振動子と、この圧電振動子に対して超音波照射側に配置される音響整合層と、前記圧電振動子に対して超音波照射側とは反対側に配置されるバッキング材層と、このバッキング材と前記圧電振動子の間に挟まれて、この圧電振動子の電極に接続されるフレキシブル基板とを備えている。

【0003】

20

前記圧電振動子としては、信号電極が形成された面と同一面に、この信号電極の形成面とは反対側の面から回り込むようにして接地電極を形成した、いわゆる回り込み電極構造の圧電振動子がある（例えば、特許文献1参照）。このような構造の圧電振動子は、前記接地電極及び前記信号電極と、前記フレキシブル基板とを同一面において接続することができるので接続構造を簡単にすることができるというメリットを有している。

【特許文献1】特開2007-167445号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、前記超音波プローブにおいて、超音波の走査方向に配列された圧電振動子が長くなると、前記超音波プローブの厚みが増すことになる。超音波プローブが厚くなると、特にセクタ型の超音波プローブにおいては、肋間からのスキャンを行う際に、被検体の体表との接触が不十分になり撮影上好ましくない。従って、前記圧電振動子が長くなることは好ましいことではない。しかし、前記回り込み電極構造の圧電振動子にあっては、一つの面に前記信号電極のほか前記接地電極を有する分だけ圧電振動子が長くなってしまふ。ここで、回り込み電極構造の前記圧電振動子の前記信号電極が形成された面においては、この信号電極を挟むようにして両端部に接地電極が形成されているが、この両端部は超音波の送受信の際には振動しない部分であり、超音波の送受信には直接寄与しない部分である。従って、従来においては、前記接地電極をできるだけ短くして、圧電振動子の長さを抑制している。

30

40

【0005】

前記圧電振動子の信号電極及び接地電極と、前記フレキシブル基板とは、エポキシ樹脂接着剤等の接着剤を用いて圧着することにより接続されるようになっている。このような接続構造においては、前記圧電振動子における前記各電極の表面と前記フレキシブル基板における導体の表面のそれぞれにおいて隆起している部分同士が接触して導通が成り立つようになっている。このようなことから、従来において、前記信号電極と同一の面に形成された前記接地電極の長さは、前記フレキシブル基板との導通が確保できる面積が最低限確保できるような長さになっている。従って、これ以上接地電極の長さを短くすることはできず、前記圧電振動子の長さを短くしようとした場合は、前記信号電極の長さを短くせざるを得ず、感度が劣化することになる。

50

【 0 0 0 6 】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、その解決しようとする課題は、従来よりも接地電極の長さを短くして超音波プローブの厚み方向の寸法を小さくすることができる超音波プローブの圧電振動子、超音波プローブ、超音波診断装置及び超音波プローブにおける圧電振動子の製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

この発明は、前記課題を解決するためになされたもので、第1の観点の発明は、圧電体における同一の面に形成された信号電極と接地電極とを備え、前記接地電極は、表面に突起部を有することを特徴とする超音波プローブの圧電振動子である。

10

【 0 0 0 8 】

第2の観点の発明は、第1の観点の発明において、前記信号電極と前記接地電極は、前記圧電体の表面に設けられた導電層により構成され、前記圧電体は、該圧電体に形成された間隙に充填材が充填されて形成された充填部と、圧電材からなる圧電材部とで構成され、前記充填部は、前記圧電体の表面を研削した時に、前記圧電材部よりも研削されずに前記圧電体の表面において突出することになる材質の充填材によって形成されていて、前記圧電体の表面から突出する突部を有しており、前記接地電極の部分の導電層が、前記突部の上において突出して前記突起部を形成していることを特徴とする超音波プローブの圧電振動子である。

【 0 0 0 9 】

第3の観点の発明は、第2の観点の発明において、前記充填部の充填材として、樹脂が用いられていることを特徴とする超音波プローブの圧電振動子である。

20

【 0 0 1 0 】

第4の観点の発明は、第1～3のいずれか一の観点の発明において、前記信号電極及び前記接地電極には、前記圧電振動子に電圧を印加するための導体が面圧着されることを特徴とする超音波プローブの圧電振動子である。

【 0 0 1 1 】

第5の観点の発明は、第1～4のいずれか一の観点の発明において、前記接地電極は、前記圧電体の両端部において前記信号電極と同一面に形成されて前記突起部を有する第一の部分と、前記圧電体において前記第一の部分が形成された面と反対側の面に形成された第二の部分と、前記圧電体において前記第一の部分と前記第二の部分の間の側面に形成された第三の部分とからなり、また前記信号電極は、前記圧電体における両端部の間の中間部の表面に、前記接地電極の第一の部分に挟まれるように形成されていることを特徴とする超音波プローブの圧電振動子である。

30

【 0 0 1 2 】

第6の観点の発明は、第5の観点の発明において、前記圧電体は、前記中間部に間隙が形成されて該間隙に樹脂が充填されてなる複合圧電体であることを特徴とする超音波プローブの圧電振動子である。

【 0 0 1 3 】

第7の観点の発明は、第6の観点の発明において、前記圧電体の両端部には、前記突起部を有する充填部が形成され、該充填部は前記充填材として樹脂が用いられて第一充填部を構成し、前記圧電体の中間部に形成された間隙に樹脂が充填されて形成された充填部は、第二充填部を構成することを特徴とする超音波プローブの圧電振動子である。

40

【 0 0 1 4 】

第8の観点の発明は、第7の観点の発明において、前記第一充填部と前記第二充填部をそれぞれ複数有し、隣り合う前記第一充填部同士の間隔が、隣り合う前記第二充填部同士の間隔よりも狭いことを特徴とする超音波プローブの圧電振動子である。

【 0 0 1 5 】

第9の観点の発明は、第7又は8の観点の発明において、前記圧電振動子には、該圧電振動子で発生する超音波を反射する反射層が接着され、前記圧電振動子における前記反射

50

層との接着面側の前記圧電体表面に、前記第二充填部が突出しないように形成されていることを特徴とする超音波プローブの圧電振動子である。

【0016】

第10の観点の発明は、第1～9のいずれか一の観点の発明に係る圧電振動子を備えることを特徴とする超音波プローブである。

【0017】

第11の観点の発明は、第10の観点の発明において、前記圧電振動子に対し、該圧電振動子における前記信号電極と前記接地電極とが形成された面とは反対側である超音波照射側に配置される音響整合層と、前記圧電振動子に対し、前記信号電極と前記接地電極とが形成された面側に配置されるバッキング材層と、該バッキング材層と前記圧電振動子との間に配置されて、前記信号電極及び前記接地電極と接続されるフレキシブル基板と、を備えることを特徴とする超音波プローブである。

10

【0018】

第12の観点の発明は、第11の観点の発明において、前記圧電振動子における前記信号電極と前記接地電極とが形成された面と圧着されて、該圧電振動子の弾性振動によって発生する超音波を反射する導電性の反射層を備え、該反射層を介して、前記フレキシブル基板が前記信号電極及び前記接地電極と接続されることを特徴とする超音波プローブである。

【0019】

第13の観点の発明は、第10～12のいずれか一の観点の発明に係る超音波プローブを備えることを特徴とする超音波診断装置である。

20

【0020】

第14の観点の発明は、圧電体に所定深さの溝を形成する溝形成工程と、該溝に充填材を充填して充填部を形成する充填部形成工程と、前記圧電体の表面を研削して、前記充填部の一部を前記圧電体の表面から突出させて突部を形成する突部形成工程と、該突部が形成された前記圧電体の表面に、信号電極及び接地電極となる導電層を形成する導電層形成工程と、を有し、該導電層形成工程においては、前記導電層を、前記突部の上において突出して突起部が形成されるようにして前記圧電体の表面に形成し、前記導電層において前記突起部が形成された部分が接地電極であることを特徴とする超音波プローブにおける圧電振動子の製造方法である。

30

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、前記接地電極の表面の突起部により、前記圧電振動子に電圧を印加するために前記接地電極と圧着される導体との導通を確実にすることができるので、従来よりも前記接地電極の長さを短くすることができる。従って、感度を劣化させることなく、前記圧電振動子を従来よりも短くすることができ、これによって超音波プローブの厚み方向の寸法を小さくすることができる。

【0022】

また、前記充填部の充填材として樹脂を用いた場合、前記圧電体の表面を研削する時に、前記充填部は前記圧電材部よりも弾性率が低い樹脂で形成されているので、前記充填部は圧縮され、その結果前記圧電材部に応力が集中する。従って、前記充填部よりも前記圧電材部が研削され、且つ研削後は応力が開放され前記充填部が膨張して前記圧電体の表面において突出し、前記突部を形成することができる。

40

【0023】

また、前記圧電体の両端部に第一充填部を有し、中間部に第二充填部を有する圧電振動子において、前記第二充填部も前記圧電体の表面において突出する突部を有し、この突部の上の前記導電層によって突起部が形成されている場合には、前記圧電体の両端部に複数形成された第一充填部の隣同士の間隔を、前記圧電体の中間部に複数形成された第二充填部の隣同士の間隔よりも狭くすることにより、前記第一充填部の突部の上形成された突起部の間隔が、前記第二充填部の突部の上形成された突起部の間隔よりも狭くなる。こ

50

れにより、前記圧電振動子における平均の厚さは、前記接地電極が形成された両端部の方が中間部よりも厚くなるので、前記信号電極及び前記接地電極と、前記圧電振動子に電圧を印加するための導体とを面圧着した状態において圧着面にかかる応力が前記接地電極に集中する。従って、前記接地電極と前記導体との圧着力を強化することができる。

【0024】

また、前記圧電振動子において超音波照射方向とは反対側に発生する超音波を反射させるため、前記圧電振動子に反射層が接着される場合に、前記第二充填部を、前記圧電振動子における前記反射層との接着面側の前記圧電体表面に突出しないように形成することにより、前記圧電振動子における前記反射層との接着面を、前記第二充填部による凹凸を有さずできるだけ平滑な状態にすることができる。これにより、前記圧電振動子と前記反
10
射層との間の接着層を薄くかつ均一にすることができるので、前記圧電振動子によって励起される共鳴振動における前記反射層の固定端としての機能を、前記接着層が妨げることはなく、被検体側へ放射される超音波のパワーを大きくすることができる。また、超音波の受信時においても、前記反射層の固定端としての機能を前記接着層が妨げることがないので、前記反射層側へ透過しようとするエコー信号を前記圧電振動子内にとどめ、この圧電振動子で受信されるエコー信号を大きくすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、本発明の実施形態について図面に基づいて詳細に説明する。

(第一実施形態)

第一実施形態について説明する。図1は、本発明に係る超音波診断装置の実施の形態の一例の概略構成を示すブロック図、図2は、図1に示す超音波診断装置における超音波プローブの外観を示す一部切欠斜視図、図3は、第一実施形態の超音波プローブにおける機能素子部の外観を示す斜視図、図4は、図3に示す機能素子部の断面図、図5は、機能素子部を構成する圧電振動子を示す斜視図、図6は、圧電振動子の製造工程の概略説明図である。
20

【0026】

先ず、本発明に係る超音波診断装置の実施の形態の一例の概略構成について図1に基づいて説明する。図1に示すように、超音波診断装置100は、超音波プローブ101とこの超音波プローブ101が接続される超音波診断装置本体102とを備えている。
30

【0027】

前記超音波プローブ101は、図2に示すように、本例ではセクター(sector)型のプローブであり、被検体に超音波を送信し、またこの超音波の送信に対して得られる超音波エコーを受信する。この超音波プローブ101の詳細な構成については後述する。

【0028】

前記超音波診断装置本体102は、送受信部103、画像処理部104、表示部105、制御部106、操作部107を備えている。前記送受信部103は、前記超音波プローブ101を駆動して超音波を送信させ、また前記超音波プローブ101で受信した超音波エコーについて、整相加算処理等の信号処理を行う。
40

【0029】

前記画像処理部104は、前記送受信部103で信号処理されたエコー信号に基づいて、Bモード画像等の超音波画像を作成する。そして、前記画像処理部104で作成された超音波画像は、前記表示部105に表示される。

【0030】

前記操作部107では、操作者によって各種の指示が入力されるようになっている。前記操作部107は、指示の入力があると、指示信号を前記制御部106へ出力する。前記制御部106は、前記操作部107からの指示信号や、予め記憶されたプログラム(program)に基づいて、前記超音波診断装置本体102の各部を制御する。

【0031】

前記超音波プローブ101について詳細に説明する。図2に示すように、前記超音波プ
50

プローブ101は、先端部に音響レンズ部10を有している。また、前記超音波プローブ101は、プローブ筐体11、前記超音波診断装置本体102と接続するための接続ケーブル12を備えている。

【0032】

前記プローブ筐体11内には、機能素子部13が設けられている。この機能素子部13について、図3及び図4に基づいて詳細に説明する。前記機能素子部13は、音響整合層14、圧電振動子15、接着層16、反射層17、バックリング(backing)材層18、及びフレキシブル(flexible)基板19を備えている。x軸方向に長い直方体の形状を有する前記音響整合層14、前記圧電振動子15及び前記反射層17は、超音波の照射方向に沿った方向であるz軸方向に積み重ねられて積層体20を構成する。そして、この積層体20が、y軸方向に複数配列されている。

10

【0033】

前記音響整合層14は、前記圧電振動子15における超音波照射方向側の板面に接着されている(接着層については図示省略)。前記音響整合層14は、前記圧電振動子15と前記音響レンズ部10の中間の音響インピーダンスを有する。また、前記音響整合層14は、透過する超音波の概ね1/4波長の厚さを有し、音響インピーダンスの異なる境界面での反射を抑制する。また、前記音響整合層14は、本例では1層の例が図示されているが、2層或いは多層になっていてもよい。前記音響整合層14は、本発明における音響整合層の実施の形態の一例である。

【0034】

前記反射層17は、前記圧電振動子15における前記音響整合層14とは反対側の面に、エポキシ樹脂接着剤等からなる前記接着層16によって圧着されている。前記反射層17は、前記圧電振動子15の弾性振動によって前記反射層17側へ生じる超音波を被検体の方向へ反射する。前記反射層17は、本発明における反射層の実施の形態の一例である。

20

【0035】

ちなみに、前記圧電振動子15の後述する信号電極28及び前記接地電極29の間に印加される電圧によって圧電振動子15による共鳴振動が励起されると、前記反射層17を固定端とする定在波が形成される。この定在波は前記圧電振動子15の厚さを1/4波長とする定在波である。

30

【0036】

前記反射層17の材質は、超音波を反射するという目的から、音響インピーダンスの高いものが好ましく、タングステン(tungsten)等が用いられる。このタングステンは導電性を有しており、前記反射層17は、前記フレキシブル基板19の後述する第一銅箔層22及び第二銅箔層23と、前記圧電振動子15の信号電極28及び接地電極29とを電氣的に接続する機能を有している。これにより、前記第一銅箔層22及び前記第二銅箔層23から供給される電圧が、前記反射層17を介して前記圧電振動子15に印加されるようになっている。前記反射層17は、本発明において、信号電極及び接地電極に圧着されて圧電振動子に電圧を印加するための導体の実施の形態の一例である。

【0037】

前記反射層17は、前記接着層16をできるだけ薄く均一にするために、前記圧電振動子15との接着面17aに鏡面研磨が施されている。

40

【0038】

前記反射層17、前記接着層16及び前記圧電振動子15の長さ方向における両端部には、掘削孔21、21が形成されている。この掘削孔21、21は、例えば前記圧電振動子15及び前記反射層17を前記接着層16によって接着した後、前記反射層17側からダイヤモンド砥石等を用いた切削加工によって形成される。

【0039】

前記反射層17における前記圧電振動子15との接着面17aとは反対側の面には、前記バックリング材層18との間に前記フレキシブル基板19が接着剤を用いて圧着されてい

50

る。そして、前記フレキシブル基板 19 は、前記バックング材層 18 の厚み方向側面に沿って引き出され、前記接続ケーブル 12 と接続されている（接続構造については図示省略）。

【0040】

前記フレキシブル基板 19 の構成について説明すると、このフレキシブル基板 19 は、第一銅箔層 22、第二銅箔層 23、第一ポリイミド (polyimide) 膜層 24 及び第二ポリイミド膜層 25 の 4 層からなる。前記第一銅箔層 22 及び前記第二銅箔層 23 は、前記第一ポリイミド膜層 24 によって互いに絶縁されている。前記第一銅箔層 22 は、前記反射層 17 に接着された状態において、前記掘削孔 21, 21 よりも前記反射層 17 における両端部側に位置するように形成されている。また、前記第二銅箔層 23 は、前記第一ポリイミド膜層 24 及び前記第二ポリイミド膜層 25 の間に積層されるとともに、前記掘削孔 21, 21 よりも前記反射層 17 における中央部側においては、スルーホール (through hole) H を介して、前記第一銅箔層 22 と同一面にも存在している。同一面に存在する前記第一銅箔層 22 及び前記第二銅箔層 23 は、分割溝 G により互いに絶縁されている。この分割溝 G は、前記フレキシブル基板 19 が前記反射層 17 に接着された状態において、前記掘削孔 21, 21 の位置になるように形成されている。これにより、前記第一銅箔層 22 は、導電性を有する前記反射層 17 における前記掘削孔 21, 21 よりも端部側と電氣的に接続され、一方で前記第二銅箔層 23 は、前記反射層 17 における前記掘削孔 21, 21 の間の中間部と電氣的に接続される。従って、前記第一銅箔層 22 は、前記圧電振動子 15 における接地電極 29 の後述する第一の部分 29a, 29a と前記反射層 17 を介して電氣的に接続され、また前記第二銅箔層 23 は、前記圧電振動子 15 の信号電極 28 と前記反射層 17 を介して電氣的に接続される。

【0041】

ちなみに、前記接地電極 29 と接続される前記第一銅箔層 22 は、前記フレキシブル基板 19 の表面一面に形成されており、y 軸方向に配列された全ての前記圧電振動子 15 の接地電極 29 の導通が共通して図られている。一方、前記第二銅箔層 23 は、図示しない銅箔分割溝によって y 軸方向に複数に分割され、前記フレキシブル基板 19 内に形成された図示しない銅箔パターンを複数有している。この銅箔パターンは、y 軸方向に複数配列された前記積層体 20 ごとに形成されている。

【0042】

前記バックング材層 18 は、前記フレキシブル基板 19 と接着され、或いは前記フレキシブル基板 19 の背面に直接形成されて、このフレキシブル基板 19 を保持する。前記バックング材層 18 は、本発明におけるバックング材層の実施の形態の一例である。

【0043】

次に、前記圧電振動子 15 について、図 3 及び図 4 のほか、図 5 も参照して説明する。前記圧電振動子 15 は、圧電体 26 の表面にスパッタ (sputter) 等によって形成された導電層 27 を有し、この導電層 27 により信号電極 28 及び接地電極 29 が構成されている。前記圧電体 26、導電層 27、信号電極 28 及び接地電極 29 は、それぞれ本発明における圧電体、導電層、信号電極及び接地電極の実施の形態の一例である。

【0044】

前記信号電極 28 は、前記圧電体 26 における前記掘削孔 21, 21 の間の中間部 26a に形成されている。また、前記接地電極 29 は、前記圧電体 26 の端部 26b, 26b において、前記信号電極 28 と前記掘削孔 21, 21 を隔てて同一面に形成された第一の部分 29a, 29a と、前記圧電体 26 において前記第一の部分 29a, 29a が形成された面と反対側の面に形成された第二の部分 29b と、前記圧電体 26 において前記第一の部分 29a, 29a と前記第二の部分 29b の間の側面に形成された第三の部分 29c, 29c とからなっている。前記信号電極 28 は、前記接地電極 29 における第一の部分 29a, 29a に挟まれるようにして形成されており、前記両電極 28, 29 は、前記掘削孔 21, 21 によって電氣的に絶縁されている。そして、前記信号電極 28 及び前記接地電極 29 における第一の部分 29a, 29a が、前記反射層 17 と圧着されている。前

記第一の部分 2 9 a、前記第二の部分 2 9 b 及び前記第三の部分 2 9 c は、本発明における前記第一の部分、前記第二の部分及び前記第三の部分の実施の形態の一例である。

【 0 0 4 5 】

前記圧電体 2 6 は、間隙 3 0 に充填材が充填されて形成された充填部 3 1 と、P Z T 等の圧電材からなる圧電材部 3 2 とで構成されている。前記充填部 3 1 及び前記圧電材部 3 2 は、それぞれ本発明における充填部及び圧電材部の実施の形態の一例である。

【 0 0 4 6 】

前記充填部 3 1 は、前記圧電体 2 6 における両端部、すなわち端部 2 6 b , 2 6 b に、二つずつ形成されている。前記充填部 3 1 は、前記圧電体 2 6 の表面を研削した時に、前記圧電材部 3 2 よりも研削されずに前記圧電体 2 6 の表面において突出することになる材質の充填材によって形成されていて、前記圧電体 2 6 の表面から突出する突部 3 1 a , 3 1 a を有している。この突部 3 1 a , 3 1 a は、本発明における突部の実施の形態の一例である。前記充填部 3 1 を構成する充填材としては、具体的には樹脂が挙げられ、本例ではエポキシ樹脂が用いられている。

10

【 0 0 4 7 】

前記導電層 2 7 は、前記突部 3 1 a , 3 1 a の上において突出しており、前記接地電極 2 9 における第一の部分 2 9 a 及び第二の部分 2 9 b は、突起部 3 3 を有している。この突起部 3 3 は、本発明における突起部の実施の形態の一例である。ここで、前記圧電振動子 1 5 と前記反射層 1 7 の間には前記接着層 1 6 が介在しているが、前記突起部 3 3 と前記反射層 1 7 との間には前記接着層 1 6 は介在せず、これにより前記突起部 3 3 と前記反射層 1 7 とが接触して互いに導通している。

20

【 0 0 4 8 】

さて、上述のような構成の前記圧電振動子 1 5 の製造方法について図 6 に基づいて説明する。まず、図 6 (A) に示すように、前記圧電体 2 6 の端部 2 6 b , 2 6 b に、所定深さの溝 4 0 を形成する (溝形成工程) 。この溝 4 0 は、前記圧電振動子 1 5 における前記間隙 3 0 を構成する。次に、図 6 (B) に示すように、前記溝 4 0 にエポキシ樹脂からなる充填材を充填して充填部 3 1 を形成する (充填部形成工程) 。ただし、この時には前記充填部 3 1 は、前記突部 3 1 a , 3 1 a を有さない。

【 0 0 4 9 】

前記充填部 3 1 を構成するエポキシ樹脂が硬化した後、図 6 (C) に示すように、前記圧電体 2 6 の両面を研削する (研削工程) 。この時、前記充填部 3 1 は前記圧電材部 3 2 よりも弾性率が低いため圧縮され、この結果前記充填部 3 1 よりも前記圧電材部 3 2 に大きな応力がかかる。従って、前記充填部 3 1 よりも前記圧電材部 3 2 が研削され、且つ研削後は応力が開放され前記充填部 3 1 が膨張して前記圧電体 2 6 の表面において突出し、前記突部 3 1 a , 3 1 a が形成される (突部形成工程) 。

30

【 0 0 5 0 】

前記圧電体 2 6 の両面を研削して前記突部 3 1 a , 3 1 a を形成すると、図 6 (D) に示すように、前記圧電体 2 6 の表面に導電層 2 7 をスパッタ等によって形成する (導電層形成工程) 。前記導電層 2 7 の形成は、前記突部 3 1 a , 3 1 a の上に、前記突起部 3 3 が形成されるように行う。

40

【 0 0 5 1 】

ちなみに、前記各工程を経て得られた圧電振動子 1 5 を、前記反射層 1 7 と前記接着層 1 6 によって接着した後、前記反射層 1 7 側から切削加工を行って前記掘削孔 2 1 , 2 1 (図 6 では図示省略) を形成することにより、前記信号電極 2 8 及び前記接地電極 2 9 が形成される。また、前記各工程を経て得られた圧電振動子 1 5 は、縦方向及び横方向にほぼ同じ長さを有する板状体であり、この板状体からなる圧電振動子 1 5 を前記バッキング材層 1 8 及び前記フレキシブル基板 1 9 上に積層した後に、y 軸方向に分割することにより、y 軸方向に配列された短冊状の圧電振動子 1 5 を形成する。

【 0 0 5 2 】

以上説明した本例によれば、前記接地電極 2 9 に形成された突起部 3 3 により、前記接

50

地電極 29 と前記反射層 17 との導通を確実にすることができるので、前記信号電極 28 と同一の面に形成された前記接地電極 29 の第一の部分 29a, 29a の長さを、従来よりも短くすることができる。従って、感度を劣化させることなく、前記圧電振動子 15 を従来よりも短くすることができ、これによって超音波プローブ 101 の厚み方向 (x 軸方向) の寸法を小さくすることができる。

【0053】

(第二実施形態)

次に、第二実施形態について説明する。図 7 は、第二実施形態の超音波プローブにおける機能素子部の断面図である。なお、第一実施形態と同一の構成については同一の符号を付して説明を省略する。

【0054】

図 7 に示す本例の圧電振動子 50 は、前記圧電体 26 の端部 26b, 26b に、第一実施形態の前記充填部 31 と同様の構成を有する第一充填部 51 が形成されている。ここでは、第一充填部 51 は、前記端部 26b, 26b にそれぞれ三つずつ形成されている。また、前記第一充填部 51 において前記圧電体 26 の表面から突出する突部 51a, 51a の上には、第一実施形態と同様に導電層 27 が突出しており、前記接地電極 29 は第一突起部 52 を有している。この第一突起部 52 は、本発明における突起部の実施の形態の一例である。

【0055】

前記圧電体 26 の中間部 26a にも、間隙 53 に充填材が充填されて第二充填部 54 が複数形成されている。従って、本例では、前記圧電体 26 は、前記圧電材部 32、前記第一充填部 51 及び前記第二充填部 54 で構成されている。前記第一充填部 51 は、本発明における第一充填部及び充填部の実施の形態の一例であり、また前記第二充填部 54 は、本発明における第二充填部の実施の形態の一例である。

【0056】

前記第二充填部 54 の充填材は、前記第一充填部 51 の充填材と同様に、エポキシ樹脂などの樹脂である。このように樹脂からなる前記第二充填部 54 を有する本例の前記圧電体 26 は複合圧電体であり、音響インピーダンスが PZT よりも小さくなって前記音響整合層 14 の音響インピーダンスに近づくとともに、電気機械結合係数を向上させることができる。

【0057】

ちなみに、前記第二充填部 54 も、前記圧電体 26 の表面から突出する突部 54a, 54a を有しており、この突部 54a, 54a の上の導電層 27 も突出して、第二突起部 55 が形成されている。

【0058】

本例の圧電振動子 50 も、第一実施形態の圧電振動子 15 の製造工程と基本的には同様の製造工程を経て製造される。ただし、溝形成工程においては、図 8 に示すように、前記圧電体 26 の端部 26b, 26b のみならず中間部 26a にも溝 40 を形成し、充填部形成工程において前記溝 40 に充填材を充填して前記第一充填部 51 のみならず前記第二充填部 52 を形成する。

【0059】

ここで、図 7 に示すように、隣り合う前記第一充填部 51 同士の間隔 T1 は、隣り合う前記第二充填部 54 同士の間隔 T2 よりも狭くなっている。これにより、隣り合う前記第一突起部 52 同士の間隔 T1 が、隣り合う前記第二突起部 55 同士の間隔 T2 よりも狭くなるので、前記圧電振動子 15 における平均の厚さは、前記接地電極 29 が形成された両端部の方が中間部よりも厚くなる。従って、本例によれば、前記圧電振動子 15 と前記反射層 17 との圧着面にかかる応力が前記接地電極 29 の第一の部分 29a に集中するので、この接地電極 29 と前記反射層 17 との圧着力を強化することができる。

【0060】

(第三実施形態)

10

20

30

40

50

次に、第三実施形態について説明する。図9は、第三実施形態の超音波プローブにおける機能素子部の断面図である。なお、第一、第二実施形態と同一の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。

【0061】

図9に示す本例の圧電振動子60では、前記間隙53は、前記圧電振動子60における前記音響整合層14側の面から、前記反射層17との接着面60a側の前記圧電体26の表面まで達しないように形成され、前記接着面60a側の前記圧電体26の表面に、前記第二充填部54が突出しないように形成されている。これにより、前記圧電振動子60における接着面60a側には、第二実施形態における前記圧電振動子50が有するような前記第二突起部55が形成されず、前記接着面60aは表面の凹凸が数 μm 程度に抑えられて平滑な状態になる。従って、前記第二突起部55を有しない分だけ、前記接着層16を薄くかつ均一にすることができるので、前記圧電振動子60によって励起される共鳴振動における前記反射層17の固定端としての機能を、前記反射層17よりも弾性の大きい前記接着層16が妨げることはない。これにより、前記反射層17による超音波の反射性を向上させることができ、被検体側へ放射される超音波のパワーを大きくすることができる。また、超音波の受信時においても、前記反射層17の固定端としての機能を前記接着層16が妨げることがないので、前記反射層17側へ透過しようとするエコー信号を前記圧電振動子15内にとどめ、この圧電振動子15で受信されるエコー信号を大きくすることができる。

10

【0062】

ちなみに、図9では、前記接着層16の厚さが、図7に示す接着層16と同じ厚さで示されているが、実際には図9に示す接着層16の方が、図7に示す接着層16よりも薄くなる。

20

【0063】

本例の前記圧電振動子60も、第一実施形態の圧電振動子15の製造工程と基本的には同様の製造工程を経て製造される。ただし、溝形成工程においては、図10に示すように、第二実施形態と同様に前記圧電体26の中間部26aにも溝40を形成するとともに、この中間部26aの溝40の深さを端部26b、26bに形成される溝40よりも浅い溝とする。

【0064】

以上、本発明を前記各実施形態によって説明したが、本発明はその主旨を変更しない範囲で種々変更実施可能なことはもちろんである。例えば、前記充填部31又は前記第一充填部51を設けることなく、前記導電層27の一部を突出させることにより、前記接地電極29の突起部33又は第一突起部52を形成してもよい。この場合、例えば、前記圧電体26の表面に導電層27を一旦形成した後、さらにこの導電層27の一部のみに導電材のスパッタ等を行って前記突起部33を形成する。

30

【0065】

また、本発明に係る圧電振動子が、第二実施形態で示したような複合圧電体からなる場合、隣り合う前記第一充填部51同士の間隔T1が、隣り合う前記第二充填部54同士の間隔T2よりも小さくなっているものに限られるものではない。

40

【0066】

また、本発明においては、前記接地電極29に形成される突起部33又は第一突起部52は、前記信号電極28と同一の面に形成された接地電極29、すなわち、前記接地電極29の第一の部分29a側のみに設けられていてもよい。この場合、前記充填部31及び前記第一充填部51は、前記接地電極29の第二の部分29b側には前記突起部31a、51aを有さず、第一の部分29a側のみに突起部31a、51aを有するように形成してもよい。

【0067】

さらに、前記機能素子部13は、前記反射層17を有していなくてもよい。この場合、前記圧電振動子15における前記音響整合層14とは反対側の面には、前記フレキシブル

50

基板 19 を接着剤を用いて圧着する。

【図面の簡単な説明】

【0068】

【図1】本発明に係る超音波診断装置の実施の形態の一例の概略構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示す超音波診断装置における超音波プローブの外観を示す一部切欠斜視図である。

【図3】第一実施形態の超音波プローブにおける機能素子部の外観を示す斜視図である。

【図4】図3に示す機能素子部の断面図である。

【図5】機能素子部を構成する圧電振動子を示す斜視図である。

【図6】圧電振動子の製造工程の概略説明図である。

【図7】第二実施形態の超音波プローブにおける機能素子部の断面図である。

【図8】第二実施形態における圧電振動子の製造工程の中の溝形成工程を示す概略説明図である。

【図9】第三実施形態の超音波プローブにおける機能素子部の断面図である。

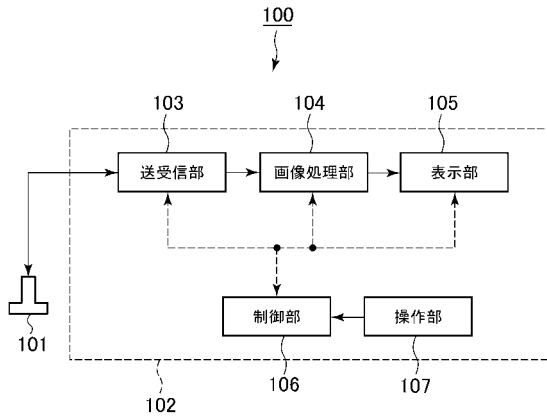
【図10】第三実施形態における圧電振動子の製造工程の中の溝形成工程を示す概略説明図である。

【符号の説明】

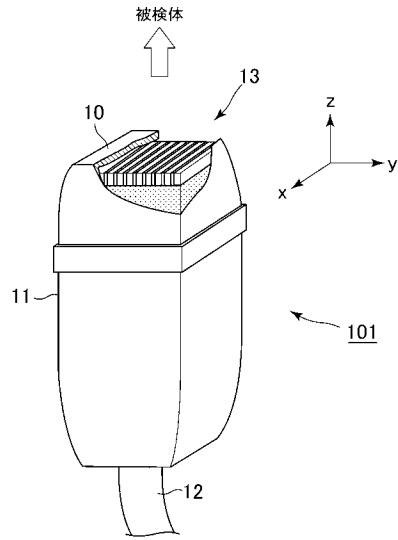
【0069】

- | | | |
|------------|------------|----|
| 14 | 音響整合層 | 20 |
| 15, 50, 60 | 圧電振動子 | |
| 17 | 反射層 | |
| 18 | バッキング材層 | |
| 19 | フレキシブル基板 | |
| 26 | 圧電体 | |
| 26a | 中間部 | |
| 26b | 端部 | |
| 27 | 導電層 | |
| 28 | 信号電極 | |
| 28a | 第一の部分 | 30 |
| 28b | 第二の部分 | |
| 28c | 第三の部分 | |
| 29 | 接地電極 | |
| 30 | 間隙 | |
| 31 | 充填部 | |
| 31a | 突部 | |
| 32 | 圧電材部 | |
| 33 | 突起部 | |
| 40 | 溝 | |
| 51 | 第一充填部(充填部) | 40 |
| 51a | 突部 | |
| 52 | 第一突起部(突起部) | |
| 53 | 間隙 | |
| 54 | 第二充填部 | |
| 60a | 接着面 | |
| 100 | 超音波診断装置 | |
| 101 | 超音波プローブ | |

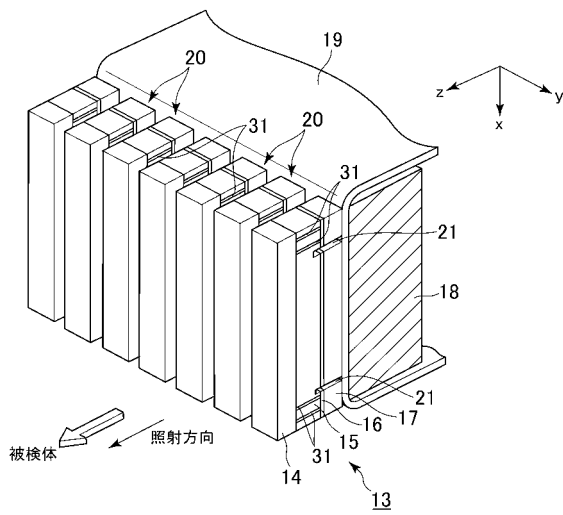
【 図 1 】



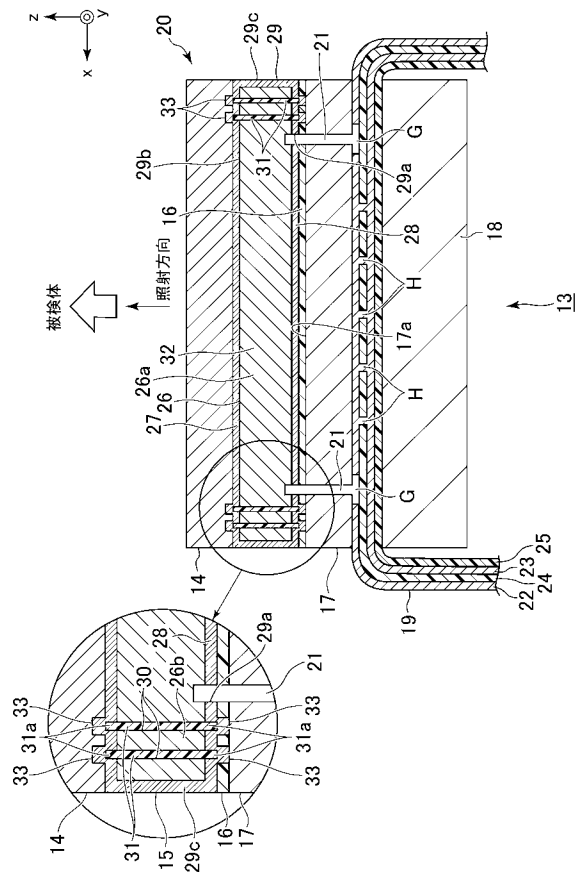
【 図 2 】



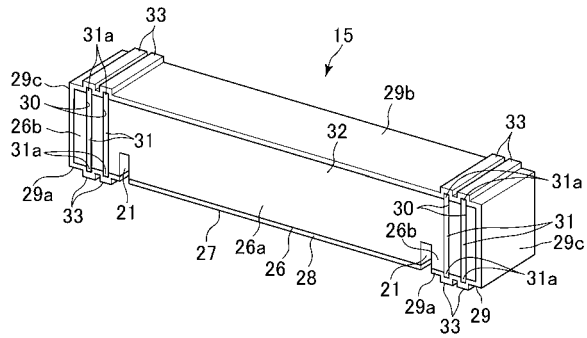
【 図 3 】



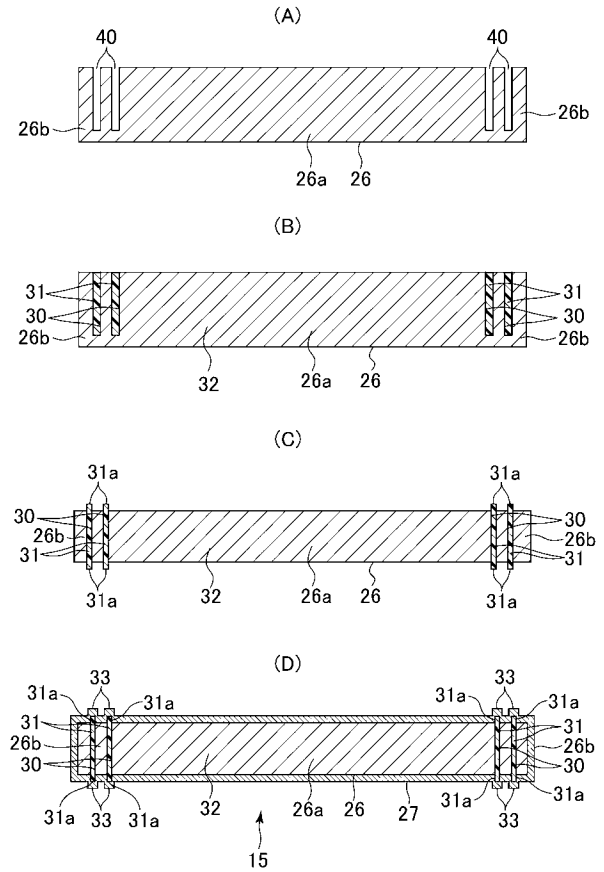
【 図 4 】



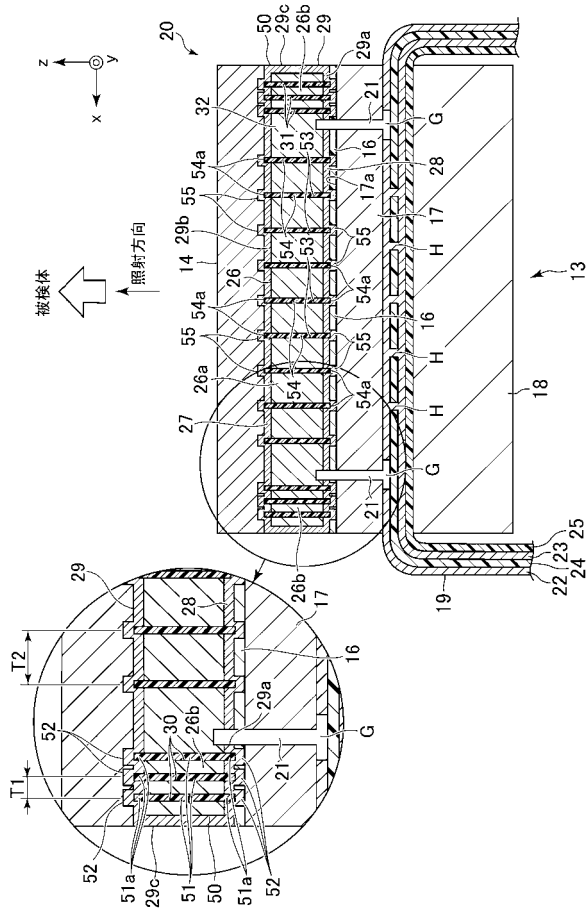
【 図 5 】



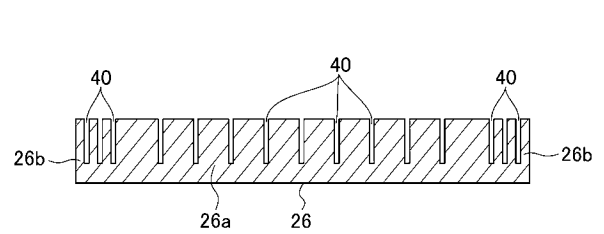
【 図 6 】



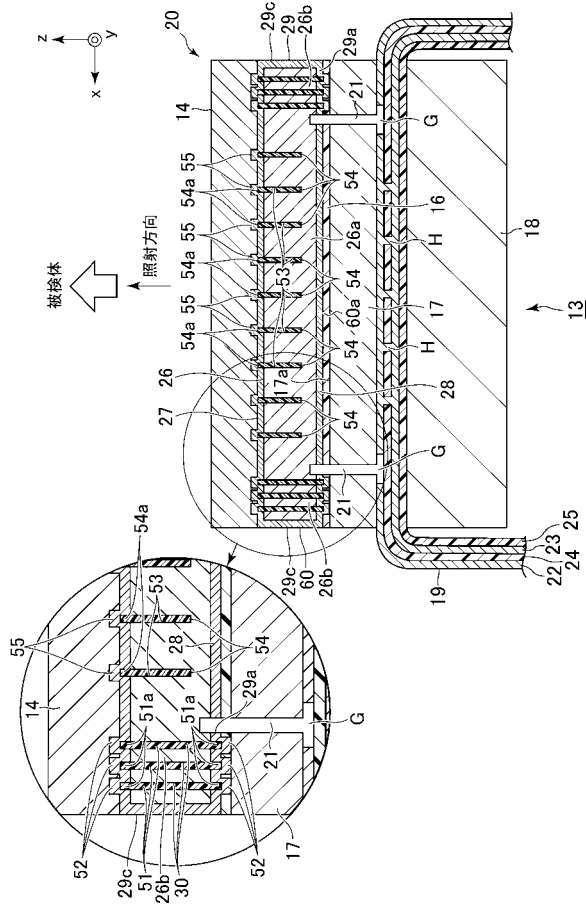
【 図 7 】



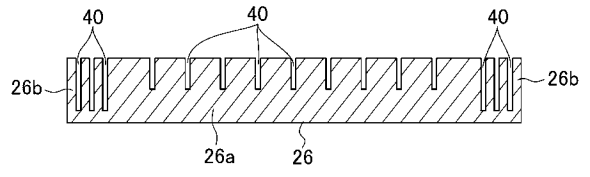
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

(72)発明者 大塚 昌昭

東京都日野市旭が丘四丁目7番地の127 ジーイー横河メディカルシステム株式会社内

審査官 宮澤 浩

(56)参考文献 特開2007-167445(JP,A)
特開平08-316543(JP,A)
特開2005-086458(JP,A)
特開2004-056504(JP,A)
特表2007-513563(JP,A)
特開平08-280095(JP,A)
特開平10-192281(JP,A)
特開2002-177271(JP,A)
特開2010-154382(JP,A)
国際公開第2006/123533(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B	8/00
G01N	29/24
H04R	17/00
H04R	31/00

专利名称(译)	超声波探头的压电振动器，超声波探头，超声波诊断装置以及超声波探头中的压电振动器的制造方法		
公开(公告)号	JP5377957B2	公开(公告)日	2013-12-25
申请号	JP2008331887	申请日	2008-12-26
申请(专利权)人(译)	GE医疗系统环球技术公司有限责任公司		
当前申请(专利权)人(译)	GE医疗系统环球技术公司有限责任公司		
[标]发明人	磯野洋 大塚昌昭		
发明人	磯野 洋 大塚 昌昭		
IPC分类号	A61B8/00 H04R17/00 G01N29/24 H04R31/00		
FI分类号	A61B8/00 H04R17/00.330.H G01N29/24.502 H04R31/00.330 H04R17/00.332.A		
F-TERM分类号	2G047/AC13 2G047/BA03 2G047/BC13 2G047/CA01 2G047/DB02 2G047/EA15 2G047/GB02 2G047/GB17 2G047/GB21 2G047/GB23 2G047/GB28 2G047/GB32 2G047/GB36 4C601/EE13 4C601/GB04 4C601/GB19 4C601/GB20 4C601/GB26 4C601/GB30 4C601/GB41 4C601/GB45 5D019/AA25 5D019/BB18 5D019/BB25 5D019/FF04 5D019/HH02		
代理人(译)	伊藤亲		
审查员(译)	宫泽浩		
其他公开文献	JP2010148768A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

阿比常规提供的超声波探头的压电振子的尺寸在所述接地电极的较短超声波探头长度的厚度方向被减小。具有形成在压电元件26的构成的压电振动器15和接地电极29的同一表面上A和信号电极28，接地电极29具有在表面上的突起33。压电体26包括在间隙30的填充部31的填充材料通过填充形成的，它是由压电材料制成，填充单元31的压电材料部分32的，研磨该压电体26的表面是当所述通过将压电元件26的表面上被投影，而不比所述压电材料部分32地填充材料形成，突起31A从压电体26的表面突出的并且，接地电极29的一部分中的导电层27在突起31a上方突出以形成突起33。点域4

【图3】

